

8.3.2023

Ohjeita vedenkäsittelylaitoksille sisäilman radonista

STUK antaa seuraavat ohjeet, jotta työntekijöiden altistumisesta radonille saadaan mahdollisimman oikea käsitys.

Sisällys

Ohjeita vedenkäsittelylaitoksille sisäilman radonista	1
1 Radon vedenkäsittelylaitoksilla	2
2 Veden radonpitoisuusmittaukset	3
3 Sisäilman radonpitoisuuden mittaaminen työpaikalla	3
3.1 Lainsäädännön vaatimukset	3
3.2 Vesilaitoksen radonpitoisuutta ei tarvitse mitata SL 155 § 4 mom. mukaan, jos:.....	4
4 STUKin hyväksymät radonpitoisuuden mittausmenetelmät.....	4
5 Radonmittauskausi ja mittauksen kesto	4
6 Radonmittausten riittävä määrä	4
7 Viitearvot.....	4
8 Työntekijöiden työperäisen vuotuisen radonaltistumisen selvittäminen	5
9 Radonaltistuksen pienentäminen ja rajoittaminen	6
9.1 Radonkorjaus	6
9.2 Työtilojen tuuletus.....	7
10 Mittaustulosten ja altistuslaskujen toimittaminen	7
11 Ohjeet uusintamittaukseen.....	7
11.1 Jatkuvatoinen radonmittaus työaikaisen radonpitoisuuden selvittämiseksi.....	8
11.2 Henkilökohtaisen radonaltistuksen mittaaminen	8
12 Lisätietoa	9

8.3.2023

1 Radon vedenkäsittelylaitoksilla

Radon on hajuton ja näkymätön radioaktiivinen kaasu, jota muodostuu maaperässä esiintyvistä uraanista. Muodostunut radon liukenee osin pohjaveteen tai tekopohjaveteen. Kaikessa pohja- ja tekopohjavedessä esiintyy jonkin verran radonia.

Säteilylain perusteella **työnantaja** vastaa radonpitoisuuden selvittämisestä ja radonaltistumisen rajoittamisesta työpaikalla. Käytännössä työnantaja ja kiinteistön omistaja sekä huollosta vastaava taho huolehtivat yhteistyössä siitä, että työntekijät altistuvat mahdollisimman vähän radonille.

Pohja- ja tekopohjavedessä esiintyvä radon vapautuu osittain sisäilmaan, kun se on kontaktissa ilman kanssa. Etenkin veden ilmastuskäsittelyssä radon vapautuu ympäröivään ilmaan tehokkaasti. Kun käsitellään suuria vesimääriä, tulee raakavedestä paljon radonia ilmatilaan, vaikka itse veden radonpitoisuus olisi selvästi laatuvaatetta (300 Bq/l) pienempi. Radonia voi tulla sisäilmaan myös maa- ja kallioperästä rakennuksen alapohjan ja rakenteiden kautta (lisätietoa [Radonin lähteet](#)).

Viitearvoa suuremman radonpitoisuuden syy voi olla joskus hankalaa selvittää vesilaitoksilla, koska erilaisia käsittelyjä voi olla useita. Joskus radonia siirtyy vesilaitoksen ilmaan monesta eri prosessista. Radonpitoisuus laitoksen ilmassa vaihtelee paljon ajallisesti ja paikallisesti. Suurimmat pitoisuudet esiintyvät käsittelyn aikana ja lähellä tiloja, jossa vesi ja laitoksen sisäilma ovat kontaktissa ja mahdollisesti vielä sekoittuvat.

Radonpitoisuus selvitetään työtilojen sisäilman radonmittauksella. Mittaus aloitetaan vähintään kahden kuukauden kestoisella radonpurkkimittauksella, jolla saadaan selville radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. On tärkeää, että purkkeja on riittävä määrä, jotta saadaan selville eri työskentelytiloissa olevan radonin määrä. Esim. eri kohdissa suurta vedenkäsittelyhallia voi olla hyvinkin erilaiset radonpitoisuudet. Tämä johtuu ilman virtaussuunnista ja mistä prosesseista radonia vapautuu hengitysilmaan.

Jos mittaustuloksen perusteella voidaan epäillä, että radonpitoisuus voi aiheuttaa viitearvoa suuremman altistuksen (>500 000 Bq h/m³/vuosi), voidaan tehdä nk. [jatkuvatoiminen radonmittaus](#), jos tiloissa on jaksotettu ilmanvaihto. Jatkuvatoimisella radonmittauksella saadaan selville radonin ajallinen vaihtelu. Mittauksen aikana pidetään kirjaa esim. veden prosessivirtauksesta ja ilmanvaihtokoneen käytöstä, jotta tuloksia voidaan jälkepäin tulkita. Jatkuvatoimisen mittauksen perusteella voidaan myös päätellä, onko hengitysilman radon peräisin vedenkäsittelystä vai maaperästä. Radonpurkin ja jatkuvatoimisen mittauksen tulosten perusteella voidaan laskea työnaikaisen radonpitoisuuden keskiarvo ja vuosialtistus.

Vedenkäsittelylaitoksilla voi altistua myös muulle luonnonsäteilylle esim. läpituokevalle gammasäteilylle aktiivihilisuodattimien läheisyydessä. Gammasäteilyn mittaamisesta vedenkäsittelylaitoksilla STUK on lähettänyt ohjeistusta 22.1.2019.

8.3.2023

2 Veden radonpitoisuusmittaukset

Vesilaitoksilla kannattaa selvittää, kuinka paljon raakavedestä poistuu radonia ilmaan käsittelyn aikana. Tämän voi tehdä mittauttamalla samanaikaisesti radonpitoisuus raakavedestä ja lähtevästä vedestä. Mittaus teetetään laboratoriossa, jossa käytetään herkkää nestetuikelaskentamenetelmää. Gammaspktrometrisellä mittauksella ei päästä riittävän pieniin määritysrajoihin. Tämän jälkeen lasketaan, kuinka paljon radonia vapautuu vuorokaudessa käsittelyissä. Radonpitoisuuden lisäys työtiloissa voidaan karkeasti arvioida seuraavasti:

$$c(Rn - 222) = \frac{\text{radonia vapautuu päivässä}}{\text{työtilan ilmatilavuus} \times (\text{ilmanvaihtokerroin} + 0,18/d)}$$

Ilmanvaihtokertoimella tarkoitetaan sitä, kuinka monta kertaa työtilan ilmatilavuus vaihtuu vuorokaudessa.

Esimerkki: Raakaveden pitoisuus on 45 Bq/l ja lähtevän veden 35 Bq/l. Vettä käsitellään vuorokaudessa 100 m³ eli 100 000 litraa. Näin ollen radonia vapautuu 1 milj. Bq/d [(45–35 Bq/l) × 100 000 l/d]. Työtilan tilavuus on 100 m³ ja ilmanvaihtokerroin 1/h = 24/d. Tällöin radonpitoisuuden lisäys vedestä vapautuvasta radonista on arviolta:

$$\frac{1\,000\,000\text{ Bq/d}}{100\text{ m}^3 \times (24/d + 0,18/d)} \approx 400\text{ Bq/m}^3$$

3 Sisäilman radonpitoisuuden mittaaminen työpaikalla

3.1 Lainsäädännön vaatimukset

Säteilylain ([SL 859/2018](#)) 146 §:n mukaan työnantajan on selvitettävä luonnonsäteilystä aiheutuva säteilyaltistus 145 ja 151–156 §:ssä tarkoitetuissa tilanteissa.

Työtilan ja muun työskentelypaikan (SL 155 § 1–3 mom.) lisäksi radonpitoisuus selvitykset on tehtävä talousvettä toimittavassa laitoksessa, jonka käyttämä vesi ei ole peräisin yksinomaan pintavesimuodostumasta ja vesi pääsee kosketuksiin sisäilman kanssa ([SL 155 § mom. 4](#)).

Jos vedenkäsittelylaitoksen ei tarvitse mitata työpaikan sisäilman radonpitoisuutta 4 mom. perusteella, koska työtiloissa ei ole pohja- tai tekopohjaveden ja sisäilman kontaktia (= on suljettu vesikierto), mittausvelvoite voi kuitenkin syntyä seuraavilla perusteilla:

- jos työpaikka on mittausvelvoitealueella ([kunta tai postinumeroalue](#))
- jos työtilat ovat kokonaan tai osittain maan alla (kaikkialla Suomessa)

8.3.2023

3.2 Vesilaitoksen radonpitoisuutta ei tarvitse mitata SL 155 § 4 mom. mukaan, jos:

- työpaikalla käsitellään pelkästään pintavettä
- työpaikassa ei ole työntekijöitä (esim. kylmäasema, pohjavesikaivo)
- työnantajalla ei ole työtiloja (esim. vedenjakeluverkosto)
- työpaikka sijaitsee rakennuksen toisessa kerroksessa tai ylempänä. HUOM! Tilat (esim. valvomo) pitää mitata, jos on epäily avonaisten allastilojen radonilmavuodoista tilaan
- työpaikalla on suljettu vesikierto ja pohja- tai tekopohjavesi ei ole kosketuksissa työtilojen sisäilman kanssa
- radonmittaukset on tehty aiemmin enintään 10 vuotta sitten

4 STUKin hyväksymät radonpitoisuuden mittausmenetelmät

Tietoja hyväksytyistä radonpitoisuuden mittausmenetelmistä ja mittauslaitteista ja radonpurkkien toimittajat löytyvät STUKin [www-sivuilta](#): [Mittausten hyväksynät](#)

Työnantaja voi valita toimittajista itselleen sopivimman ja tehdä tilauksen valitsemaltaan toimijalta. Radonmittauspurkin mukana tulee aina tarkemmat mittausohjeet. Tilaushinta/mittauspurkki/kpl sisältää yleensä mittauspurkin+ tulosten analysoinnin.

Radonmittauspurkit STUKista voi tilata: [Radonmittauksen tilaus asuntoihin ja tavanomaisille työpaikoille](#)

5 Radonmittauskausi ja mittauksen kesto

Radonmittauskausi on 1.9.–31.5. Pitkäaikainen sisäilman radonpitoisuuden mittaus (vähintään 2 kk) on ensisijainen mittausmenetelmä työpaikoilla.

6 Radonmittausten riittävä määrä

Työpaikalla radonmittauksia on tehtävä riittävästi, koska radonpitoisuus voi vaihdella voimakkaasti eri osissa työtiloja ja altistuminen radonille on suurta monilla vesilaitoksilla jo lyhyillä työajoilla.

Mittauksia on tehtävä jokaisessa erillisessä rakennuksessa ja jokaisen erillisen ilmanvaihdon piirissä olevassa työtilassa. Katso "[Radonpurkkien määrä](#)" taulukot.

Vedonottamoilla suositellaan mitattavan **alkalointi- ja ilmastusaltaiden tilat ja valvomotilat erikseen** omilla erillisillä mittauspurkeilla.

7 Viitearvot

Kun työtilassa eniten työskentelevän henkilön työaika työtilassa on yli 600 tuntia vuodessa, työtilan radonpitoisuuden viitearvo on 300 becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3).

8.3.2023

Radonpitoisuus lasketaan työnaikaisen radonpitoisuuden vuosikeskiarvona. Vuosikeskiarvo saadaan, kun mittauskaudella tehdyn radonmittauksen tulos kerrotaan 0,9:llä, joten mitattu radonpitoisuus $333 \text{ Bq/m}^3 \times 0,9 = 300 \text{ Bq/m}^3$.

Kun eniten työskentelevän henkilön työaika työtilassa on alle 600 tuntia vuodessa, lasketaan työntekijän radonaltistus (= radonpitoisuus \times oleskeluaika) kaikissa työtiloissa vuoden aikana kertyneiden altistusten summana. Työperäistä vuotuista altistusta koskeva viitearvo radonille on 500 000 becquereltuntia kuutiometrissä (Bq h/m^3). Vesilaitoksilla käytetään yleensä tätä *radonaltistumisen viitearvoa*, koska työajat yksittäisessä työpisteessä ovat lyhyet.

8 Työntekijöiden työperäisen vuotuisen radonaltistumisen selvittäminen

Kun viitearvo on ylittynyt ja työaika on vähäisempi kuin 600 tuntia vuodessa, radonaltistus voidaan selvittää niin, että työnantaja seuraa työntekijän työaikoja ja radonaltistusta eri työpisteissä. Eniten tiloissa työskentelevien henkilöiden työajoista pidetään kirjaa; työpiste/mittauspisteen nimi, työntekijän tunnustieto (esim. ammattinimike), työpisteen radonpitoisuus ja työn ajankohta (päivämäärät ja työtunnit ko. päivinä).

Radonaltistus lasketaan niin, että eri työpisteissä työskentelevän työntekijän työaika kussakin työpisteessä kerrotaan kyseisen työpisteen radonpitoisuudella. Myös ko. työntekijän muut kuin vesilaitoksen tilat huomioidaan (esim. toimisto tai varikko). Myös ulkona ja autossa vietetty työaika kannattaa kirjata laskuihin. Eri työpisteissä lasketut arvot summataan lopuksi yhteen (altistuslaskuri tekee sen automaattisesti).

Jos työntekijät työskentelevät osan ajasta:

- ulkona tai autossa, radonpitoisuutena käytetään 0 Bq/m^3 ja
- sisätiloissa toisessa tai ylemmissä kerroksissa radonpitoisuutena, käytetään arvoa 40 Bq/m^3

Radonaltistuksen laskuihin voi käyttää [Radonaltistuslaskuri \(lomake M2\), jolla työnantaja voi laskea ja raportoida STUKille työntekijöiden radonaltistuksia \(Kuva 1\)](#). Laskurin toisella välilehdellä on malli laskurin täyttöön. Laskurissa käytetään mittaustulosta (ei vuosikeskiarvoa) ja huomioidaan lopuksi alarivillä, että kokonaistyöaika vuodessa on realistinen (yleensä noin 1650 tuntia/vuosi). Usein työtuntien määriä eri työpisteissä ei tunneta tarkasti, joten mahdollisimman realistinen arvio tilanteesta riittää.

Aliurakoitsijoiden radonaltistumisessa pitää huomioida myös työntekijöiden muualla tekemä työ. Aliurakoitsijan tulisi pyrkiä selvittämään työntekijöiden kaikissa työkohteissa saama radonaltistuminen.

8.3.2023

sisäilma ovat kontaktissa toisiinsa, on alipaineinen muihin työtiloihin nähden. Näin vedestä vapautuva radon ei kulkeudu muualle vesilaitoksen tiloihin.

Viitearvoa suurempi radonpitoisuus voi johtua myös maaperästä tulevasta kaasumaisesta radonista, joka kulkeutuu rakennuksen sisäilmaan alapohjan rakojen kautta. Tällöin työpaikoilla käytetään samoja radonkorjausmenetelmiä kuin asunnoissa. Tietoa radonkorjauksista löytyy [Asuntojen radonkorjaaminen –oppaasta](#) ja [Radonkorjaukset -sivulta](#).

Radonkorjausmenetelmiä on mm. tiivistykset, ilmanvaihdon tehostaminen, radonimurin tai -kaivon asentaminen.

Työpaikalla ei tarvitse etsiä väistötiloja radonkorjauksen valmistumista odotellessa, koska radonaltistus jää korjausta odotellessa melko vähäiseksi. Radonaltistuksen hetkelliseksi rajoittamiseksi voi lisätä tilojen tuuletusta tai [käyttää hengityssuojaimia](#) tai rajoittaa työntekijöiden oleskelua tiloissa, joissa on hyvin suuria radonpitoisuuksia (>1500 Bq/m³).

9.2 Työtilojen tuuletus

Jos tiloissa on ilmanvaihtojärjestelmä, se tulee laittaa riittävän aikaisin päälle, ennen kuin tilaan mennään. Jos tiloissa ei ole ilmanvaihtoa, tilat kannattaa tuulettaa hyvin, ennen niihin menemistä (ulkoilman pitäisi olla aina suodatettua, kun sitä johdetaan vedenkäsittelytilaan).

Ennen pidempiaikaista työtä (esim. altaan huoltotyön kesto > 20 h) tilaan pitää mahdollisuuksien mukaan järjestää tuuletus. Tilanteesta riippuen;

- luonnollinen tuuletus aukaisemalla ovia tai luukkuja
- koneellinen tuuletus käyttämällä siirrettäviä puhaltimia tai altistuksen rajoittaminen

10 Mittaustulosten ja altistuslaskujen toimittaminen

Muut kuin STUKista tilattujen radonmittausten tulokset ilmoitetaan STUK Asiointisivustolla: [STUK Asiointi](#).

Radonaltistuslaskut ilmoitetaan Säteilyturvakeskukselle osoitteeseen radonvalvonta@stuk.fi.

Mittaustulokset tulee antaa työntekijöille tiedoksi työpaikalla ja myös vesilaitoksella työskenteleville aliurakoitsijoille.

11 Ohjeet uusintamittaukseen

Säteilylainsäädäntö velvoittaa työnantajaa tekemään korjauksen jälkeiset radonpitoisuuden uusintamittaukset (varmistaa radonkorjauksen onnistuminen STUKin hyväksymällä, vähintään kaksi kuukautta kestäväällä mittauksella), sekä toimittamaan tulokset STUKiin. Radonmittauskausi on 1.9.–31.5. välisenä aikana.

STUK

SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETS CENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Osoite | Adress | Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa | Änäsgränden 1, 01370 Vanda
Address | Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, FINLAND
Puh. | Tfn. | Tel. | (09) 759 881, +358 9 759 881 | www.stuk.fi

8.3.2023

Kun teette uusintamittauksia, asettakaa uusintamittauksen purkki samaan mittauspisteeseen ja nimetkää mittauspiste samoin kuin aiemmin (mittauspisteiden nimet ovat mainittuna STUKista saamassanne kehotusasiakirjassa).

11.1 Jatkuvatoiminen radonmittaus työaikaisen radonpitoisuuden selvittämiseksi

Jos pitkäaikaisessa mittauksessa on ilmennyt viitearvoa suurempi radonpitoisuus tiloissa, joissa on jaksotettu ilmanvaihto (ilmanvaihdon tehoa säädetään työaikojen mukaan), voidaan tehdä seitsemän päivää kestävä jatkuvatoiminen mittaus työaikaisen radonpitoisuuden selvittämiseksi.

Mittaus on tehtävä mittauskauden aikana ja sen on kestettävä vähintään seitsemän vuorokautta. Määritysjakson on oltava tasan seitsemän vuorokauden pituinen tai sen monikerta, ja sen on edustettava tyypillistä työviikkoa. Vesilaitoksen tapauksessa on tärkeää, että prosessivirtaama on tyypillinen ja raakavettä otetaan kaivoista, jotka ovat muulloinkin käytössä. Tämän jatkuvatoimisen mittaustuloksen ja aiemmin tehdyn pitkäkestoisen (purkki)mittauksen tuloksen perusteella voidaan laskea työaikainen vuosikeskiarvo (ko. laskennassa tarvitaan molempien mittausten mittaustulokset samoissa sisäilmaolosuhteissa).

Työaikainen eli jatkuvatoiminen radonmittaus on tehtävä siihen tarkoitukseen hyväksytyllä jatkuvatoimisella mittalaitteella. Työnaikainen radonpitoisuus (C_{TRV}) lasketaan seuraavasti:

$$C_{TRV} = 0,9 \cdot c_p \frac{c_{TK}}{c_{VK}}$$

jossa

c_p on radonpurkkimittauksen tulos

c_{TK} on työnaikaisen radonpitoisuuden keskiarvo määritysjaksolla

c_{VK} on radonpitoisuuden keskiarvo määritysjaksolla.

Esimerkki työnaikaisesta radonmittauksesta: [Työnaikainen radonpitoisuus](#)

Mikäli työpaikka on jaettu eri ilmanvaihtokoneiden piirissä oleviin osastoihin, tulee kussakin osastossa tehdä vähintään yksi jatkuvatoimisen radonpitoisuuden mittaus.

Työssä, jossa työskentelypaikat vaihtuvat (esim. kiinteistöhuoltoa tekevät henkilöt) työntekijöiden henkilökohtaisen altistuksen selvittämiseen voi käyttää STUKin hyväksymää henkilökohtaista radonaltistusmittausmenetelmää eli radonaltistusmittaukseen tarkoitettua mukana kannettavaa radonpurkkia. Tämäkin menetelmä on lähinnä toissijainen mittausmenetelmä ns. pitkäkestoisen työtilojen sisäilman radonmittauksen lisänä.

11.2 Henkilökohtaisen radonaltistuksen mittaaminen

Työssä, jossa työskentelypaikat vaihtuvat (esim. kiinteistöhuoltoa tekevät henkilöt) työntekijöiden altistuksen selvittämiseen voi käyttää [STUKin hyväksymää](#)

8.3.2023

henkilökohtaista radonaltistusmittausmenetelmää eli radonaltistusmittaukseen tarkoitettua mukana kannettavaa radonpurkkia.

Jos henkilöt joutuvat työskentelemään tiloissa, joissa on hyvin suuri radonpitoisuus (esim. allastilojen huoltotyöt), niin voi harkita kannattaisiko eniten altistuville työntekijöille hankkia radonmittari, jossa on radonpitoisuuden ilmoittava näyttö ja mahdollisesti suuresta radonpitoisuudesta ilmoittava hälytys lyhyellä vasteajalla. Mittaustulos ei ole tarkka, mutta mittarista on se hyöty, että työntekijä osaa suojautua (esim. hengityssuojain, lyhyt oleskeluaika, tilan tuuletus), kun mittari hälyttää tietyn, itse asetetun hälytysrajan (esim. 1000 Bq/m³) ylittyessä.

12 Lisätietoa

radonvalvonta@stuk.fi

[Radon työpaikoilla - STUK](#)
[Säteilylaki 859/2018](#)

[Säteilyturvakeskuksen määräys luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta S/6/2022](#)